

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-315114

(P2003-315114A)

(43) 公開日 平成15年11月6日(2003.11.6)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコード*(参考)
G 0 1 D 21/00		G 0 1 D 21/00	D 2 D 0 4 4
E 0 2 D 17/20	1 0 6	E 0 2 D 17/20	1 0 6 2 F 0 7 6
G 0 1 C 7/02		G 0 1 C 7/02	
15/00	1 0 4	15/00	1 0 4 Z

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2002-123004(P2002-123004)

(22) 出願日 平成14年4月24日(2002.4.24)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72) 発明者 柴田 恭央

東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社  
東芝本社事務所内

(74) 代理人 100078765

弁理士 波多野 久 (外1名)

Fターム(参考) 2D044 EA07

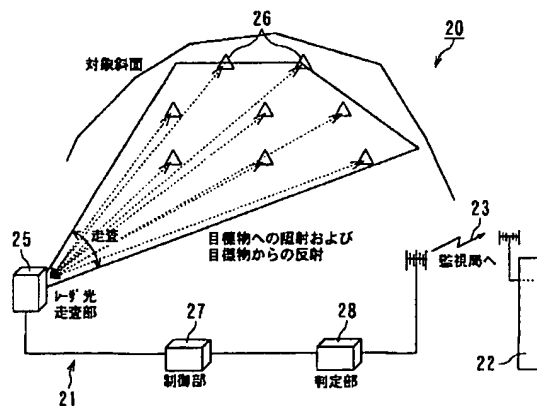
2F076 BA18 BB08 BD05 BE04 BE07  
BE09 BE12 BE18

(54) 【発明の名称】 土砂災害監視システムおよびそのプログラム

(57) 【要約】

【課題】土砂災害危険個所の地盤や岩盤の動きをmm精度で計測でき、かつ、土砂災害危険個所へ設置する際に行う現地工事を容易化した土砂災害監視システムを提供することを目的としている。

【解決手段】土砂災害監視システム20は、レーザ測距技術を応用することにより、土砂災害危険個所の地盤や岩盤の動きをmm精度で計測することができる。また、土砂災害監視システム20を設置する際、土砂災害危険個所の地盤や岩盤に設置するのは、電源が不要なレーザ光反射部26のみであるため、土砂災害危険個所に設置する設備の簡素化並びに土砂災害危険個所にて行う設置工事の容易化および工期短縮を図ることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 土砂災害危険個所に複数個設置するレーザ光反射手段と、

前記土砂災害危険個所へレーザ光を走査するレーザ光走査手段と、

このレーザ光走査手段を制御して走査し、前記レーザ光走査手段と前記レーザ光反射手段との方位および距離の測定を行い、測定結果から前記レーザ光反射手段の相対位置を算出処理して測定結果および算出結果を出力する制御手段と、

この制御手段で算出処理された前記レーザ光反射手段の相対位置の算出値と、測定実施前に前記レーザ光反射手段の相対位置を登録した初期値とを比較することで、土砂災害発生の有無を判定する判定手段とを具備することを特徴とする土砂災害監視システム。

【請求項2】 前記判定手段は、前記制御手段および判定手段を操作する操作手段と、

前記制御手段および判定手段が処理した内容および処理結果を表示する表示手段と、

前記制御手段および判定手段に処理を実行させる処理プログラム並びに前記制御手段および判定手段が実行した処理内容および処理結果を格納する記録媒体とを備え、前記初期値は、前記操作手段から操作入力することで、前記処理プログラムを実行させて前記レーザ光走査手段が前記レーザ光反射手段にレーザ光を走査し、前記制御手段で前記レーザ光反射手段の相対位置を算出した算出値であり、この算出値は前記初期値として自動的に登録されることを特徴とする請求項1記載の土砂災害監視システム。

【請求項3】 前記レーザ光反射手段はプリズムであることを特徴とする請求項1記載の土砂災害監視システム。

【請求項4】 前記レーザ光反射手段の相対位置の算出値は、前記操作手段から操作入力することで、前記処理プログラムを実行させて定期的かつ自動的に算出されることを特徴とする請求項2記載の土砂災害監視システム。

【請求項5】 前記制御手段および判定手段が実行した処理内容および処理結果は、前記操作手段から操作入力することで、前記処理プログラムを実行させて、前記レーザ光反射手段のうち表示させたい前記レーザ光反射手段の相対位置の位置推移がわかるように1つの表示手段内に前記レーザ光反射手段を重ねて、かつ、前記レーザ光反射手段の移動方向および移動量をベクトル表示して位置表示されることを特徴とする請求項2記載の土砂災害監視システム。

【請求項6】 前記制御手段および判定手段が実行した処理内容および処理結果は、前記操作手段から操作入力することで、前記処理プログラムを実行させて、前記レーザ光反射手段のうち表示させたい前記レーザ光反射手

段の相対位置の位置推移がわかるように連続的に位置表示させる連続再生により位置表示されることを特徴とする請求項2記載の土砂災害監視システム。

【請求項7】 記録媒体に処理プログラムが格納され、前記記録媒体に格納される前記処理プログラムは、初回設定および設定更新時の測定の際に前記レーザ光反射手段の相対位置を算出した算出値を初期値として登録する初期設定処理と、前記レーザ光反射手段の相対位置を算出した算出値と前記初期値とを比較して土砂災害発生の有無を判定する測定結果処理と、測定履歴を表示手段に表示する履歴表示処理とをコンピュータに実行させるプログラムであることを特徴とするプログラム。

【請求項8】 前記初期設定処理は、土砂災害危険個所へ設置されたレーザ光反射手段へレーザ光を走査するレーザ光走査ステップと、

制御手段で算出した前記レーザ光反射手段の相対位置を初期値として表示手段に表示する初期値表示ステップと、

制御手段で算出した前記レーザ光反射手段の相対位置を初期値として登録する初期値登録ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とする請求項7記載のプログラム。

【請求項9】 前記測定結果処理は、土砂災害危険個所へ設置されたレーザ光反射手段へレーザ光を走査するレーザ光走査ステップと、

制御手段で算出した前記レーザ光反射手段の相対位置および事前登録した初期値を表示手段に表示する表示ステップと、

制御手段で算出した前記レーザ光反射手段の相対位置が、事前登録した初期値に対して移動した移動方向および移動量を表示手段にベクトル表示する移動ベクトル表示ステップと、

前記表示ステップで表示された前記レーザ光反射手段の相対位置および事前登録した初期値を比較して、前記移動方向および移動量を算出する移動量算出ステップと、前記移動量算出ステップで算出した移動量が、事前に設定された許容値以上か否かを判断し、土砂災害発生の有無を判定する判定ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とする請求項7記載のプログラム。

【請求項10】 前記履歴表示処理は、前記制御手段および判定手段が実行した処理内容および処理結果を読み込み表示手段にリスト表示するリスト表示ステップと、リスト表示された前記制御手段および判定手段が実行した処理内容および処理結果測定から選択された処理内容および処理結果測定に対して画像表示する画像表示ステップとであり、前記画像表示ステップは、前記選択された処理内容および処理結果のベクトル表示並びに連続再生表示の少なくとも一方をコンピュータに実行させることを特徴とする請求項7記載のプログラム。

【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は土砂災害監視システムに係り、特に土砂災害の前兆をmm精度で監視可能なレーザ測距技術を応用した土砂災害監視システムに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の土砂災害監視システム1の一実施例を図11に示す。

【0003】図11に示される土砂災害監視システム1は、地滑り、崩落等の土砂災害の前兆を察知するため、土砂災害の発生しそうな危険個所を観測する観測局2と、観測局2を監視する監視局3とを備え、観測局2と監視局3とは、無線回線4で接続される。

【0004】観測局2は、土砂災害の発生しそうな危険個所に、土砂災害の前兆として発生する地表および地面内の地盤の動きを検出する様々なセンサ類6を地中に埋設し、センサ類6からの検出した情報を統括する観測装置7と、観測装置7を動作させる電源供給を行う電源装置8とを備える。観測装置7で統括された情報は、観測データとして監視局3へデータ送信される。監視局3では、観測局2からの観測データを受信し、受信した観測データを基に土砂災害監視を行っている。

【0005】図12に地滑りの前兆を検出するために地中に埋設されるセンサ類6の一例を示す。

【0006】図12に示されるセンサ類6は、地盤の動きを観測する傾斜計10aおよび10bと、地表の上下動を測定する伸縮計11を有する移動杭12と、土圧を計る土圧計13と、地下水の上昇および下降を測定する水位計14とを備える。センサ類6は、図12に示されるように複数種類のセンサを備え、各センサからの情報に基づき、地滑りの前兆を検出する。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図11に示される従来の土砂災害監視システム1は、土砂災害の発生しそうな危険個所に複数種類のセンサを備えるセンサ類6を地中深くに埋設する必要があるため、センサ類6の埋設工事および電源工事等の現地で行う工事が大掛かりなものとなっていた。

【0008】本発明は上述した事情を考慮してなされたもので、土砂災害危険個所の地盤や岩盤を高精度で計測できる土砂災害監視システムを提供することを目的としている。

【0009】また、本発明の他の目的は、土砂災害監視システム設置の際に、土砂災害危険個所に設置する設置設備の簡素化および設置する設置工事の容易化を図った土砂災害監視システムおよびそのプログラムを提供するにある。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明に係る土砂災害監視システムは、上述した課題を解決するために、請求項

1記載のように、土砂災害危険個所に複数個以上設置するレーザ光反射手段と、前記土砂災害危険個所へレーザ光を走査するレーザ光走査手段と、このレーザ光走査手段を制御して走査し、前記レーザ光反射手段との方位および距離の測定を行い、測定結果から前記レーザ光反射手段の相対位置を算出処理して測定結果および算出結果を出力する制御手段と、この制御手段で算出処理された前記レーザ光反射手段の相対位置の算出値と、測定実施前に前記レーザ光反射手段の相対位置を登録した初期値とを比較することで、土砂災害発生の有無を判定する判定手段とを具備することを特徴とする。

【0011】また、上述した課題を解決するために、本発明に係る土砂災害監視システムは、請求項2記載のように、前記判定手段が、前記制御手段および判定手段を操作する操作手段と、前記制御手段および判定手段が処理した内容および処理結果を表示する表示手段と、前記制御手段および判定手段に処理を実行させる処理プログラム並びに前記制御手段および判定手段が実行した処理内容および処理結果を格納する記録媒体とを備え、前記初期値は、前記操作手段から操作入力することで、前記処理プログラムを実行させて前記レーザ光走査手段が前記レーザ光反射手段にレーザ光を走査し、前記制御手段で前記レーザ光反射手段の相対位置を算出した算出値であり、この算出値は前記初期値として自動的に登録されることを特徴とする。

【0012】さらに、上述した課題を解決するために、本発明に係る土砂災害監視システムは、請求項3記載のように、前記レーザ光反射手段がプリズムであることを特徴とする。

【0013】さらにまた、上述した課題を解決するために、本発明に係る土砂災害監視システムは、請求項4記載のように、前記レーザ光反射手段の相対位置の算出値が、前記操作手段から操作入力することで、定期的かつ自動的に算出されることを特徴とする。

【0014】一方、上述した課題を解決するために、本発明に係る土砂災害監視システムは、請求項5記載のように、前記制御手段および判定手段が実行した処理内容および処理結果が、前記操作手段から操作入力することで、前記処理プログラムを実行させて、前記レーザ光反射手段のうち表示させたい前記レーザ光反射手段の相対位置の位置推移がわかるように1つの表示手段内に前記レーザ光反射手段を重ねて、かつ、前記レーザ光反射手段の移動方向および移動量をベクトル表示して位置表示されることを特徴とする。

【0015】また、上述した課題を解決するために、本発明に係る土砂災害監視システムは、請求項6記載のように、前記制御手段および判定手段が実行した処理内容および処理結果が、前記操作手段から操作入力することで、前記処理プログラムを実行させて、前記レーザ光反射手段のうち表示させたい前記レーザ光反射手段の相対

位置の位置推移がわかるように連続的に位置表示させる連続再生により位置表示されることを特徴とする。

【0016】さらに、本発明に係るプログラムは、上述した課題を解決するために、請求項7記載のように、記録媒体に処理プログラムが格納され、前記記録媒体に格納される前記処理プログラムが、初回設定および設定更新時の測定の際に前記レーザ光反射手段の相対位置を算出した算出値を初期値として登録する初期設定処理と、前記レーザ光反射手段の相対位置を算出した算出値と前記初期値とを比較して土砂災害発生の有無を判定する測定結果処理と、測定履歴を表示手段に表示する履歴表示処理とをコンピュータに実行させるプログラムであることを特徴とする。

【0017】また、上述した課題を解決するために、本発明に係る土砂災害監視システムは、請求項8記載のように、前記初期設定処理が、土砂災害危険箇所へ設置されたレーザ光反射手段へレーザ光を走査するレーザ光走査ステップと、制御手段で算出した前記レーザ光反射手段の相対位置を初期値として表示手段に表示する初期値表示ステップと、制御手段で算出した前記レーザ光反射手段の相対位置を初期値として登録する初期値登録ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とする。

【0018】さらに、上述した課題を解決するために、本発明に係る土砂災害監視システムは、請求項9記載のように、前記測定結果処理が、土砂災害危険箇所へ設置されたレーザ光反射手段へレーザ光を走査するレーザ光走査ステップと、制御手段で算出した前記レーザ光反射手段の相対位置および事前登録した初期値を表示手段に表示する表示ステップと、制御手段で算出した前記レーザ光反射手段の相対位置が、事前登録した初期値に対して移動した移動方向および移動量を表示手段にベクトル表示する移動ベクトル表示ステップと、前記表示ステップで表示された前記レーザ光反射手段の相対位置および事前登録した初期値を比較して、前記移動方向および移動量を算出する移動量算出ステップと、前記移動量算出ステップで算出した移動量が、事前に設定された許容値以上か否かを判断し、土砂災害発生の有無を判定する判定ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とする。

【0019】さらにまた、上述した課題を解決するために、本発明に係る土砂災害監視システムは、請求項10記載のように、前記履歴表示処理が、前記制御手段および判定手段が実行した処理内容および処理結果を読み込み表示手段にリスト表示するリスト表示ステップと、リスト表示された前記制御手段および判定手段が実行した処理内容および処理結果測定から選択された処理内容および処理結果測定に対して画像表示する画像表示ステップとであり、前記画像表示ステップは、前記選択された処理内容および処理結果のベクトル表示並びに連続再生表示の少なくとも一方をコンピュータに実行させること

を特徴とする。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る土砂災害監視システムの実施形態を図面に基づいて説明する。

【0021】図1に本発明の一実施例である土砂災害監視システム20の一実施例の構成概要を示したシステム構成概要図を示す。

【0022】図1に示される土砂災害監視システム20は、レーザ測距技術を応用した土砂災害監視システムである。図1によれば、土砂災害監視システム20は、地滑り、崩落等の土砂災害危険箇所での土砂災害の前兆としての地面および地中の地盤の動きを観測する観測局21と、観測局21で観測した観測データを基に土砂災害危険箇所の監視を行う監視局22とを無線回線23で接続し、構成される。

【0023】図2に土砂災害危険箇所での地面および地中の地盤の動きを観測する観測局21で行う測定概要例を示す。

【0024】図2に示される観測局21は、土砂災害危険箇所にレーザ光照射し、走査を行うレーザ光走査手段としてのレーザ光走査部25と、土砂災害危険箇所に設置され、レーザ光走査部25からのレーザ光を反射する複数のレーザ光反射手段としてのレーザ光反射部26と、レーザ光反射部26へのレーザ光走査制御および測定結果取得を行う制御手段としての制御部27と、土砂災害が発生する危険の有無を判定し、監視局22へ連絡を行う判定手段としての判定部28とを備える。

【0025】図2によれば、土砂災害監視システム20は、図2に示される観測局21で地滑り、崩落等の土砂災害危険箇所にレーザ光走査部25からレーザ光を照射しながら、土砂災害危険箇所を走査する。土砂災害危険箇所には、レーザ光反射部26が複数個、例えば、8個設置され、レーザ光走査時にレーザ光走査部25から各レーザ光反射部26に対する方位と距離とを、例えば、8時間毎等の一定時間毎に測定する。つまり、レーザ光走査部25から土砂災害危険箇所に設置された各レーザ光反射部26に対する方位および距離は、レーザを用いた測距方法により測定がなされ、測定精度mm単位で実施される。

【0026】レーザ光走査部25が土砂災害危険箇所にレーザ光を走査して、測定して取得した測定値は、制御部27でデータ処理される。制御部27は、設置された8つのレーザ光反射部26のうち、少なくとも2つのレーザ光反射部26を組み合わせて、2つのレーザ光反射部26間の方位と距離とを算出する。そして、算出した値と、設置時に測定を実施して制御部27で算出し登録した値（以下、初期値とする）とを比較することで、地滑り、崩落等の土砂災害の前兆を察知する。

【0027】図3に土砂災害監視システム20に用いられ、土砂災害危険箇所に設置されるレーザ光反射手段と

しての一例であるレーザ光反射部26の構成概要を示した構成概要図を示す。

【0028】図3によれば、レーザ光反射部26は、レーザ光反射部26を土砂災害危険個所に設置する心棒31と、この心棒31に固定され、レーザ光を反射させるレーザ光反射機構32とを備える。レーザ光反射部26は、レーザ光反射機構32が動かないよう心棒31を土砂災害危険個所に埋め込み、レーザ光反射機構32が地上に出た状態で固定される。レーザ光反射部26が備えるレーザ光反射機構32は、レーザ光の走査を行う時刻や、温度、湿度および天候等の気象条件等による外乱によって測定値が変動しない光反射媒体であり、例えば、プリズム等が用いられる。

【0029】図4に土砂災害監視システム20が備えるレーザ走査手段としての一例であるレーザ光走査部25の構成概要図を示す。

【0030】図4によれば、レーザ光走査部25は、地面または床面に設置してレーザ光走査部25本体をぶれないよう固定する本体設置機構34と、レーザ光を発振するレーザ光発振機構35と、レーザ光発振機構35を可動させる可動機構36と、レーザ光反射部26で反射したレーザ光を受光するレーザ光受光部37とを備える。

【0031】レーザ光走査部25は、レーザ光発振機構35で発振したレーザ光を測定対象である土砂災害危険個所へ照射し、可動機構36でレーザ光発振機構35の方向を変化させることでレーザ光走査を行う。そして、レーザ光走査部25と、測定対象である土砂災害危険個所に設置されたレーザ光反射部26との距離および方位を測定する。

【0032】レーザ光走査部25とレーザ光反射部26との距離および方位は、レーザ光走査していき、レーザ光反射部26で反射したレーザ光をレーザ光受光部37で受光することで測定される。レーザ光走査部25で測定される距離は、レーザ光走査部25でレーザ光の照射を開始する時間と、レーザ光反射部26で反射したレーザ光を受光する時間との時間差および受光したレーザ光の強度から算出され、mm単位まで算出される。

【0033】また、レーザ光走査部25で測定される方位は、走査開始地点を基準点にし、基準点から走査した水平方向の角度（以下、水平角とする）および垂直方向の角度（以下、垂直角とする）で表される。レーザ光走査部25で測定された距離および方位の測定結果は、制御部27へ出力される。

【0034】図5に土砂災害監視システム20が具備する制御手段としての一例である制御部27の構成を示すブロック図を示す。

【0035】図5によれば、制御部27は、外部機器と制御部27との接続を行うインターフェイス（以下、I/Fとする）である制御部I/F39と、レーザ光走査

部25を制御するレーザ光走査制御機構40と、レーザ光走査部25で測定された距離および方位の測定結果を処理するデータ処理機構41とを備える。そして、制御部I/F39と、レーザ光走査制御機構40と、データ処理機構41とは相互に接続されている。

【0036】制御部27は、レーザ光走査部25で行うレーザ光走査の際に、レーザ光走査部25が備える可動機構36をレーザ光走査制御機構40で制御する。そして、データ処理機構41でレーザ光走査部25の駆動情報およびレーザ光受光情報すなわち、レーザ光走査部25から個々のレーザ光反射部26への水平角および垂直角と、レーザ光走査部25で照射したレーザ光をレーザ光受光部37で受光する迄の時間およびレーザ光受光部37で受光したレーザ光の強度とを基にデータ処理を行い、個々のレーザ光反射部26の位置を算出する。

【0037】データ処理機構41は、個々のレーザ光反射部26の位置を計算する計算処理機構43と、メモリ45とを備える。

【0038】データ処理機構41は、まず、土砂災害危険個所に設置された各レーザ光反射部26に対してレーザ光走査部25の駆動情報およびレーザ光受光情報に基づきレーザ光走査部25と各レーザ光反射部26との距離と方位を算出する。

【0039】次に、土砂災害危険個所に設置されたレーザ光反射部26のうち、2つのレーザ光反射部26を組み合わせて、組み合わせ可能な全てのレーザ光反射部26の組み合わせに対して、組み合わせた2つのレーザ光反射部26間の方位および距離、すなわち、相対位置を算出する。レーザ光反射部26間の相対位置を算出した算出結果は、メモリ45および判定部28に入力される。

【0040】メモリ45に入力された算出結果は、メモリ45で保存され、次回の算出結果がメモリ45に入力されるまでの間、算出結果を保存する。そして、次回の算出結果がメモリ45に入力されると、保存されていた算出結果は消去され、新たに入力された算出結果がメモリ45に保存される。一方、判定部28に入力された算出結果は、判定部28で土砂災害発生の危険が有るか無いかを判定する際に使用される。

【0041】図6に土砂災害監視システム20が具備する判定手段としての一例である判定部28の構成を示すブロック図を示す。

【0042】図6によれば、判定部28は、外部機器と判定部28と接続を行うI/Fである判定部I/F46と、複数のデータベース（以下、DBとする）およびデータ処理を行う処理プログラム47とを格納するデータ記録媒体48と、データ記録媒体48に格納されるDBを参照し、処理プログラム47を実行する中央演算処理装置（以下、CPUとする）49と、処理結果を一時保存するデータ処理メモリ50と、制御部27および判定部28を操作する操作手段としての操作部51と、デー

タ記録媒体48に格納されるDB内容およびデータ処理結果を表示する表示手段としての表示部52とを備える。そして、判定部I/F46、記録媒体48、CPU49、データ処理メモリ50、操作部51および表示部52は、相互に接続される。

【0043】判定部28が備えるデータ記録媒体48は、格納される複数のDBとして、土砂災害監視システム20の運用開始時に初期設定処理として制御部27で算出した初回のレーザ光反射部26間の相対位置の算出結果を初期値として登録し保存する初期設定DB55と、判定部28に入力された算出結果をデータ取得の日時と共に、記録して保存する測定履歴DB56とを備える。

【0044】判定部28は、初期設定DB55に格納される初期値と制御部27で算出された算出結果とを比較し、土砂災害危険箇所での地表および地盤の移動量および移動方向を算出することで、土砂災害が発生する危険の有無を判定する。

【0045】図7に土砂災害監視システム20で実行される処理操作を説明するフローチャートを示す。

【0046】図7に示される処理操作は、表示部52に表示された処理メニューから土砂災害監視システム20を操作する人、例えば、観測局21で観測を行う観測者が実行したい処理操作を操作部51からの入力により選択する。処理操作が選択されると、判定部28が備えるCPU49はデータ記録媒体48に格納される処理プログラム47を読み出して選択された処理操作を実行する。

【0047】図7によれば、土砂災害監視システム20で実行される処理操作は、まず、ステップS1でCPU49が処理プログラム47を読み出し、処理メニューを表示部52に表示する。次に、ステップS2で観測者が処理操作を実行するか否かを判断し、処理操作を実行する場合（ステップS2でYES）は、ステップS3で表示部52に表示された処理メニューから観測者がCPU49に実行させる処理操作を選択する。

【0048】実行させる処理操作の選択は、図7に示されるステップS1で表示部52に表示された処理メニューから観測者がCPU49に実行させたい処理操作を判定部28が備える操作部51から入力することでなされる。表示部52に表示される処理メニューは、初期設定処理、測定結果処理、履歴表示処理の3つの処理操作があり、観測者はいずれかの処理操作を選択し、CPU49に選択した処理操作を実行させる。

【0049】次に、ステップS4で、CPU49は、ステップS3において観測者が選択した処理操作が初期設定処理か否かを判断する。ステップS3で選択された処理操作が初期設定処理の場合（ステップS4でYES）は、ステップS5で初期設定処理を実行する。

【0050】次に、ステップS6で、CPU49は、ステップS3において観測者が選択した処理操作が測定結

果処理か否かを判断する。ステップS3で選択された処理操作が測定結果処理の場合（ステップS6でYES）は、ステップS7で測定結果処理を実行する。

【0051】次に、ステップS8で、CPU49は、ステップS3において観測者が選択した処理操作が履歴表示処理か否かを判断する。ステップS3で選択された処理操作が履歴表示処理の場合（ステップS8でYES）は、ステップS9で履歴表示処理を実行する。

【0052】次に、ステップS10で観測者が処理操作を終了するか否かを判断し、処理操作を終了する場合（ステップS10でYES）は、CPU49が土砂災害監視システム20の処理操作を終了する。

【0053】一方、ステップS2で観測者が処理操作を実行しない場合（ステップS2でNO）は、ステップS2に戻り、観測者が処理操作を実行するまで、ステップS2の処理操作を繰り返す。すなわち、ステップS2で処理操作が実行されるまで待機する。

【0054】また、ステップS4において、ステップS3で選択された処理操作が初期設定処理でない場合（ステップS4でNO）は、ステップS6に進む。さらに、ステップS6において、ステップS3で選択された処理操作が測定結果処理でない場合（ステップS6でNO）は、ステップS8に進む。さらにまた、ステップS8において、ステップS3で選択された処理操作が履歴表示処理でない場合（ステップS8でNO）は、ステップS10に進む。

【0055】一方、ステップS10で観測者が処理操作を終了しない場合（ステップS10でNO）は、ステップS2に戻り、ステップS2からステップS10までの処理操作を繰り返す。

【0056】図8～図10に図7に示されるフローチャートのステップS1において表示部52に表示される処理メニューの処理操作内容、すなわち、初期設定処理、測定結果処理、履歴表示処理の3つの処理操作を説明する説明図を示す。

【0057】図8～図10を用いて、初期設定処理、測定結果処理、履歴表示処理の処理操作の内容を説明する。

【0058】図8に図7に示される初期設定処理（ステップS5）の処理操作を説明する説明図を示す。

【0059】図8によれば、初期設定処理は、まず、レーザ光走査ステップとして、ステップS21でCPU49が制御部27に指令を出し、レーザ光走査部25を駆動させてレーザ光反射部26の測定を実施する。次に、ステップS22でステップS21で実施した測定結果に基づいて測定履歴DB56の作成および更新がなされ、この測定履歴DB56の最新測定結果が読み出される。作成および更新された測定履歴DB56は記録媒体48に格納される。

【0060】次に、初期値表示ステップとして、ステッ

ブS23でCPU49がステップS22で測定履歴DB56から読み出した最新の測定結果、すなわち、測定を行った土砂災害危険個所に設置されるレーザ光反射手段としてのレーザ光反射部26の位置を表示手段としての表示部52に表示する。そして、初期値登録ステップとして、ステップS24でCPU49が表示部52に表示されているレーザ光反射手段としてのレーザ光反射部26の位置を初期値として登録する。初期値の登録は、初期設定DB55の作成および更新をすることでなされ、登録された初期値は初期設定DB55に格納される。

【0061】次に、ステップS25で観測者がステップS23において表示手段としての表示部52に表示されたレーザ光反射手段としてのレーザ光反射部26の位置を確認して、表示部52に表示されたレーザ光反射部26の位置に問題が無い場合（ステップS25でYES）は、初期設定処理を終了する。

【0062】一方、ステップS25で表示部52に表示されたレーザ光反射部26の位置を確認して、表示部52に表示されたレーザ光反射部26の位置に問題がある場合（ステップS25でNO）は、ステップS26へ進む。

【0063】ステップS26で観測者が表示部52に表示されたレーザ光反射部26の位置を確認して、例えば、表示に間違いがある（以下、誤表示とする）等、初期値に問題はあるが、誤表示が数回未満の場合（ステップS26でNO）は、ステップS21へ戻り、ステップS21からステップS24までの処理操作を繰り返す。また、誤表示が数回以上繰り返されている場合（ステップS26でYES）は、プログラムおよびシステム上の何らかのトラブル発生が考えられるので、トラブルシュートを実施する必要がある。

【0064】図9に図7に示される測定結果処理（ステップS7）の処理操作を説明する説明図を示す。

【0065】図9によれば、測定結果処理は、まず、レーザ光走査ステップとして、ステップS31でCPU49が制御部27に指令を出し、レーザ光走査部25を駆動させてレーザ光反射部26の測定を実施する。次に、ステップS32で測定履歴DB56の更新がなされ、ステップS31で実施した測定結果が保存される。保存された測定結果は、更新された測定履歴DB56から読み出される。次に、表示ステップとして、ステップS33で、初期設定DB55に格納される初期値を読み出して、ステップS34で、ステップS32で読み出した算出結果と、ステップS33で読み出した初期値とにおけるレーザ光反射手段としてのレーザ光反射部26の位置を表示手段としての表示部52に表示する。

【0066】次に、移動ベクトル表示ステップおよび移動量算出ステップととして、ステップS35で、測定を実施した各レーザ光反射部26に対する移動ベクトルを算出する。移動ベクトルの算出は、初期値と算出結果の

比較処理であり、CPU49が初期設定DB55に格納される初期値と測定履歴DB56に格納される測定結果とから算出される。そして、算出された移動ベクトルは、観測者が認識できるように表示手段としての表示部52に表示される。

【0067】次に、判定ステップとして、ステップS36で、土砂災害が発生する危険の有無の判定として、CPU49が初期値と算出結果とを比較した結果を参照して、測定を実施した各レーザ光反射部26の移動量が特定方向に測定実施前に設定された許容値 $x$ よりも大きいか否かを判断する。尚、許容値 $x$ は、処理プログラム47作成時に設定された任意の正数であり、処理プログラム47を修正および更新することで、任意に設定可能な数である。

【0068】CPU49が初期値と算出結果とを比較して、各レーザ光反射部26の移動量のうち1つでも特定方向に許容値 $x$ よりも大きい値がある場合（ステップS36でYES）は、ステップS37で土砂災害発生の警告表示が表示手段としての表示部52に表示され、観測者に注意喚起を促す。そして、CPU49は、ステップS38で、例えば、初期値と算出結果との比較結果等の土砂災害発生の警告の根拠となる情報を監視局23へ出力する。

【0069】土砂災害発生の警告の根拠となる情報を監視局23へ出力後、ステップS39に進み、ステップS39でループ1に入る。ループ1は、測定結果処理終了（ステップS42）の要求があるまでステップS39～ステップS41の処理操作を繰り返す。

【0070】ループ1の処理操作は、ステップS40で、CPU49がある周期で測定実行のトリガを発行し、発行された測定実行のトリガの有無をCPU49が判断する。そして、ステップS40で測定実行のトリガが有った場合（ステップS40でYES）は、ループ1を抜けて、ステップS31に戻り、ステップS31からの処理操作を実行する。

【0071】ステップS40では、CPU49が周期的にトリガを発行するため、観測者は図7に示される測定結果処理実行（ステップS7）前に、測定周期を設定して測定結果処理を開始すれば、後は定期的に測定および判定を実行する。一方、ステップS40で測定実行のトリガが無かった場合（ステップS40でNO）は、ステップS39に戻り、ループ1の処理操作を繰り返す。

【0072】測定結果処理実行中において、観測者が操作部51から処理操作終了を要求すると、ループ1を抜けて、ステップS42に進む。そして、ステップS42でCPU49が測定結果処理終了を実行し、測定結果処理が終了する。

【0073】図10に図7に示される履歴表示処理（ステップS9）の処理操作を説明する説明図を示す。

【0074】図10によれば、まず、リスト表示ステッ

ブとして、ステップS51でCPU49が測定履歴DB56を読み出し、測定履歴DB56の内容、すなわち、制御部27で算出された測定結果の履歴データを表示手段としての表示部52にリスト表示する。次に、画像表示ステップとして、ステップS52でレーザ光反射手段としてのレーザ光反射部26の位置を表示部52に画像表示するか否かを観測者が選択し、画像表示をする場合（ステップS52でYES）は、ステップS53に進む。

【0075】次に、ステップS53で履歴表示をレーザ光反射部26の推移する状況がわかる連続再生にするか否かを観測者が選択し、連続再生する場合、ステップS54に進む。次に、ステップS54で、表示部52に表示させる測定結果としてステップS51において表示させた測定結果の履歴データリストから連続再生する測定結果と表示させるレーザ光反射手段の選択として任意のレーザ光反射部26とを選択する。そして、ステップS55で選択された測定結果に基づき、CPU49がレーザ光反射部26の位置を表示部52に古い測定結果から順次に画像表示していくことで、連続再生を行う。連続再生後の画像はレーザ光反射部26の移動方向および移動量がわかるベクトル表示された静止画像となり、ベクトル表示からレーザ光反射部26の位置推移がわかるように画像が形成される。

【0076】次に、ステップS56でステップS55で実行した連続再生を再度実行するか否かを観測者が選択する。連続再生を再度実行する場合（ステップS56でYES）は、ステップS55へ戻り、ステップS55の処理を再度実行する。また、連続再生を終了する場合（ステップS56でNO）は、ステップS57へ進む。

【0077】次に、ステップS57で、履歴表示処理を終了するか否かを観測者が選択する。終了する場合（ステップS57でYES）は、履歴表示処理を終了する。

【0078】一方、ステップS52でレーザ光反射手段としてのレーザ光反射部26の位置を表示部52に画像表示するか否かを観測者が選択し、画像表示をしない場合（ステップS52でNO）は、ステップS57へ進む。

【0079】また、ステップS53で連続再生にするか否かを観測者が選択し、連続再生しない場合（ステップS53でNO）は、ステップS58に進み、ステップS58で表示部52に表示させる測定結果としてステップS51において表示させた測定結果の履歴データリストから観測者は、表示させるレーザ光反射手段の選択として履歴データリストに表示される測定結果および任意のレーザ光反射部26を選択する。次に、ステップS59で選択した測定結果および任意のレーザ光反射部26の位置を推移がわかるように表示部52にベクトル表示し、ステップS57に進む。

【0080】一方、ステップS57で、履歴表示処理を

終了するか否かを観測者が選択し、終了しない場合（ステップS57でNO）は、ステップS53に戻り、ステップS53以降の処理を実行する。

【0081】本実施形態によれば土砂災害監視システム20は、レーザ測距技術を応用することにより、土砂災害危険個所の地盤や岩盤の動きをmm精度で計測可能となる。また、土砂災害監視システム20を設置する場合、土砂災害危険個所の地盤や岩盤にレーザ光走査部25から照射されるレーザ光を反射するレーザ光反射部26のみを埋め込むだけで良い。さらに、設置されるレーザ光反射部26は、電源が不要なことから、土砂災害危険個所に設置する設備の簡素化並びに設置工事の容易化および工期短縮を図ることができる。

【0082】尚、土砂災害監視システム20は、本実施形態において、観測局21と監視局22とは無線回線23で接続されているが、必ずしも無線回線23で接続されている必要は無く、有線回路で接続されていても構わない。

【0083】また、土砂災害監視システム20は、制御部27で土砂災害危険個所に設置されたレーザ光反射部26の測定した位置データから相対位置の算出処理を行っているが、判定部28が備える処理プログラム47に相対位置の算出処理をさせても構わない。

【0084】さらに、土砂災害監視システム20は、土砂災害危険個所に設置されたレーザ光反射部26の相対位置測定において、CPU49がある周期で測定を自動で行うとしたが、観測者による手動測定でも実行可能に構成しても良い。

【0085】

【発明の効果】本発明に係る土砂災害監視システムによれば、レーザ測距技術を応用することにより、土砂災害危険個所の地盤や岩盤の動きを高精度で計測可能な土砂災害監視システムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る土砂災害監視システムのシステム概要図。

【図2】本発明に係る土砂災害監視システムにおける土砂災害危険個所の測定概要を説明する説明図。

【図3】本発明に係る土砂災害監視システムに備えられ、測定対象の土砂災害危険個所に設置されるレーザ光反射手段の一例としてのレーザ反射部について構成概要を示した構成概要図。

【図4】本発明に係る土砂災害監視システムが備えるレーザ光走査手段の一例としてのレーザ走査部について構成概要を示した構成概要図。

【図5】本発明に係る土砂災害監視システムが備える制御手段の一例としての制御部についての構成概要を示したブロック図。

【図6】本発明に係る土砂災害監視システムが備える判定手段の一例としての判定部についての構成概要を示す

ブロック図。

【図7】本発明に係る土砂災害監視システムが備える処理プログラムが実行する処理操作を示すフローチャート。

【図8】図7に示される初期設定処理の処理操作を説明する説明図。

【図9】図7に示される測定結果処理の処理操作を説明する説明図。

【図10】図7に示される履歴表示処理の処理操作を説明する説明図。

【図11】従来の土砂災害監視システムの一実施例を示すシステム構成概要図。

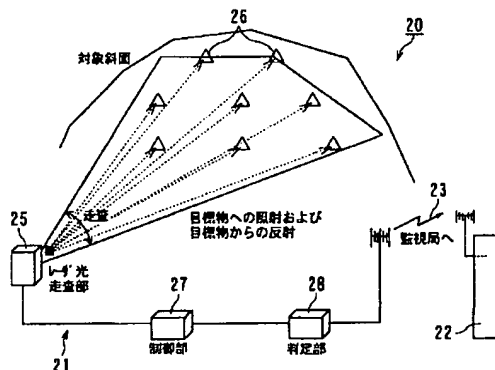
【図12】従来の土砂災害監視システムに備えられ地滑りの前兆を検出するために地中に埋設されるセンサ類の一例を示す説明図。

【符号の説明】

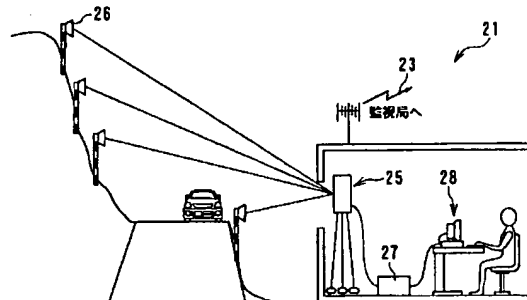
- 20 土砂災害監視システム
- 21 観測局
- 22 監視局
- 23 無線回線
- 25 レーザ光走査部（レーザ光走査手段）
- 26 レーザ光反射手段（レーザ光反射手段）

- 27 制御部（制御手段）
- 28 判定部（判定手段）
- 31 心棒
- 32 レーザ光反射機構
- 34 本体設置機構
- 35 レーザ光発振機構
- 36 可動機構
- 37 レーザ光受光機構
- 39 制御部 I/F
- 40 レーザ光走査制御機構
- 41 データ処理機構
- 43 計算処理機構
- 45 メモリ
- 46 判定部 I/F
- 47 処理プログラム
- 48 記録媒体
- 49 CPU（中央処理演算装置）
- 50 データ処理メモリ
- 51 操作部（操作手段）
- 52 表示部（表示手段）
- 55 初期設定DB
- 56 測定履歴DB

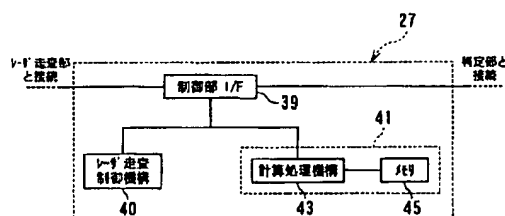
【図1】



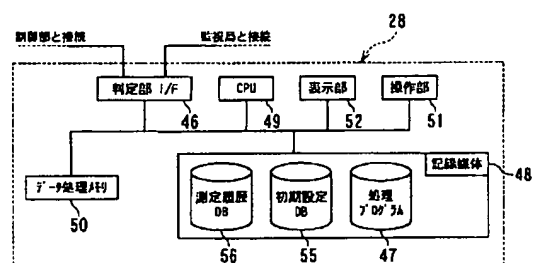
【図2】



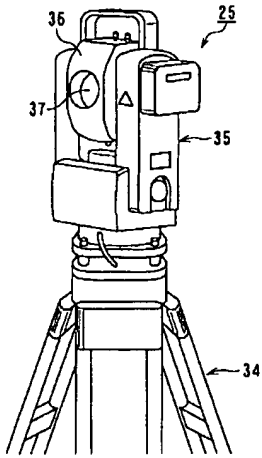
【図5】



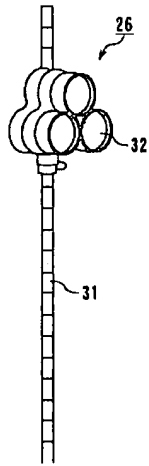
【図6】



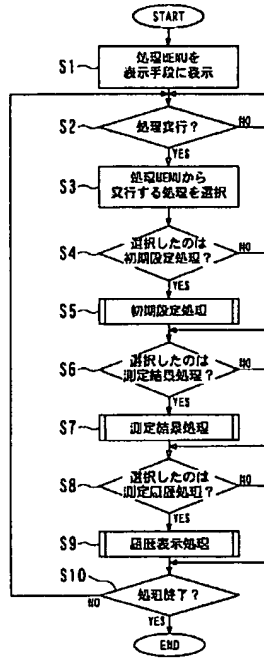
【図3】



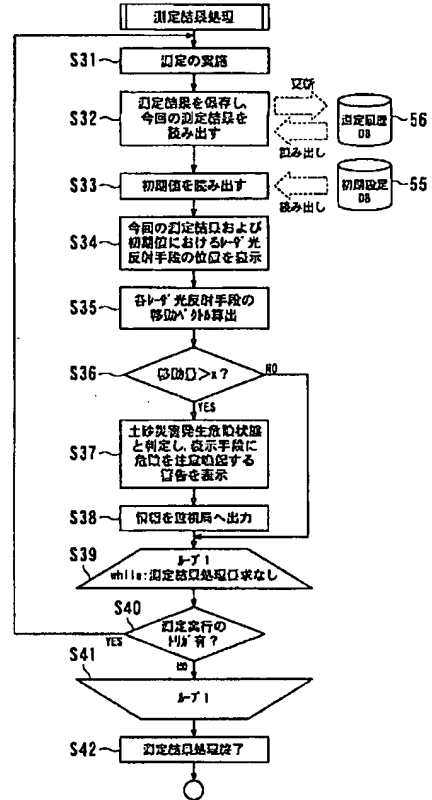
【図4】



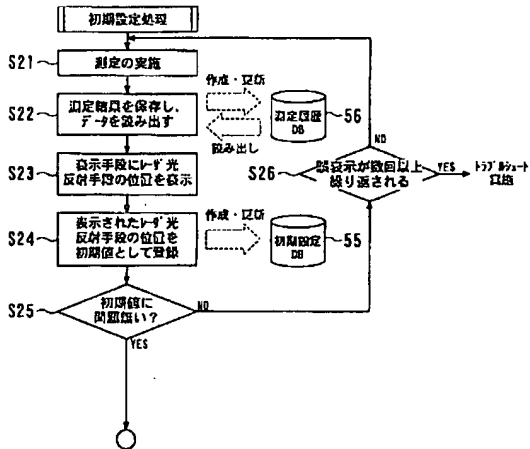
【図7】



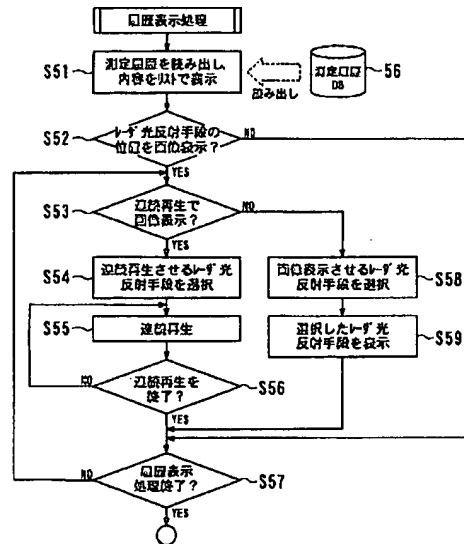
【図9】



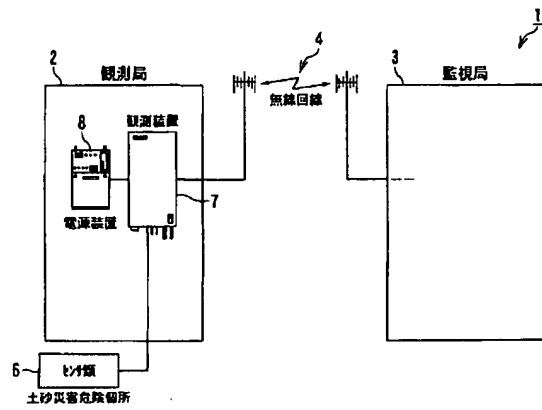
【図8】



【図10】



【図11】



【図12】

